

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *MAXIMUM POWER POINT TRACKING* PADA *PHOTOVOLTAIC* MENGGUNAKAN *MODIFIED FIREFLY ALGORITHM***

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:  
SETIO TRI UTOMO  
NIM. 201310130311066**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
2018**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI SITEM MAXIMUM POWER  
POINT TRACKING PADA PHOTOVOLTAIC  
MENGUNAKAN MODIFIED FIREFLY ALGORITHM**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S1)  
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:  
**SETIO TRI UTOMO**  
**201310130311066**

Tanggal Ujian : 22 Januari 2018  
Tanggal Wisuda : 24 Februari 2018

Disetujui Oleh:

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T**  
**NIDN. 0705056501**



**Machmud Effendy, S.T, M.Eng**  
**NIDN. 0715067402**

# **DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKING PADA PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN MODIFIED FIREFLY ALGORITHM**

Tugas Akhir ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
(S1) Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Oleh:

**SETIO TRI UTOMO**

**201310130311066**

Tanggal Ujian : 22 Januari 2018

Tanggal Wisuda : 24 Februari 2018

Disetujui Oleh:



1. Dr. Ir. Ermann Azizul Hakim, M.T  
NIDN. 0705056501 (Pembimbing I)

2. Machmod Effendy, S.T, M.Eng  
NIDN. 0715067402 (Pembimbing II)

3. Ir. Nurhadi M.T  
NIDN. 0731126202 (Penguji I)

4. Ir. Diding Suhardi M.T  
NIDN. 0706066501 (Penguji II)

Mengetahui,  
Kepala Jurusan Teknik Elektro  
Ir. Ndr. Alif Mardiyah, M.T  
NIDN. 0718036502



## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **SETIO TRI UTOMO**

Tempat/Tgl. Lahir : **NGANJUK / 21 AGUSTUS 1995**

NIM : **201310130311066**

Fakultas/Jurusan : **TEKNIK/TEKNIK ELEKTRO**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MAXIMUM POWER POINT TRACKING PADA PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN MODIFIED FIREFLY ALGORITHM” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, Januari 2018

Yang Membuat Pernyataan



SETIO TRI UTOMO

Mengetahui,

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T**

**NIDN. 0705056501**



**Machmud Effendy, S.T, M.Eng**

**NIDN. 0715067402**

## **Abstrak**

*Photovoltaic(PV) merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengubah irradiansi cahaya matahari menjadi energi listrik Direct Current(DC). Untuk meningkatkan daya yang dihasilkan oleh PV, maka diperlukan sebuah metode untuk melacak Maximum Power Point(MPP) yang biasa disebut Maximum Power Point Tracking(MPPT). Sehingga daya yang dihasilkan meningkat, namun dengan biaya minimal. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pemodelan MPPT menggunakan Modified Firefly Algorithm(MFA). MFA dirancang untuk mempercepat waktu pelacakan MPP yang dihasilkan oleh PV. Metode yang diusulkan kemudian diimplementasikan pada DC to DC converter. Pada penelitian ini digunakan zeta converter. Tujuan dari penggunaan zeta converter adalah agar arus dan tegangan output memiliki ripple yang sangat kecil. Pemodelan sistem dilakukan menggunakan software PSIM untuk mengetahui performa MFA dan zeta converter. Evaluasi terhadap performa dari MFA dan zeta converter telah selesai dilakukan, baik dalam kondisi normal maupun dalam kondisi partial shading. Hasil simulasi menunjukkan sistem yang diusulkan telah bekerja dengan sangat baik. MFA memiliki akurasi yang baik dalam pelacakan, dan mampu melacak daya yang dihasilkan oleh PV dengan kecepatan sekitar 0,2 detik meskipun terjadi perubahan irradianse. Sedangkan pada zeta converter mampu mencapai efisiensi 98%.*

**Kata kunci:** *Photovoltaic(PV), Maximum Power Point(MPP), MPPT. Modified Firefly Algorithm(MFA), zeta converter*

## ***Abstract***

*Photovoltaic(PV) is a device which is capable to converts solar irradiance into Direct Current(DC) electricity energy. To increase the power result of PV, it needs a method to track the Maximum Power Point(MPP) which is usually called Maximum power Point Tracking(MPPT). So that, the power result increased with low cost. The purpose of this research is to conduct MPPT modeling by using Modified Firefly Algorithm(MFA). The proposed method is implemented in DC to DC converter. This research used zeta converter. The purpose of using zeta converter is in order the output of current and voltage have smallest ripple. The modelling system is conducted by using PSIM software to find out performance of MFA and zeta converter. The evaluation of MFA and zeta converter performance has been done. The simulation result shows that the proposed system has been working very well. The MFA has good accurateness in tracking and capable to to track the power produced by PV with velocity around 0,2 seconds, despite a fluctuating power change. While in zeta converter is able to reach efficiency of 98%.*

**Keyword:** *Photovoltaic(PV), Maximum Power Point(MPP), MPPT, Modified Firefly Algorithm(MFA), zeta converter*

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan kakak, yang telah banyak memberikan do'a dan dukungan.
2. Dekan Fakultas Teknik dan keluarga (FT) Bapak Dr. Ahmad Mubin, M.T, serta para Pembantu Dekan Fakultas Teknik dan keluarga besar Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro Ibu Ir. Nur Alif M, M.T.dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Bapak Machmud Effendy, S.T, M.Eng, beserta seluruh staffnya.
4. Bapak Dr. Ir. Ermanu Azizul Hakim, M.T. dan bapak Machmud Effendy,S.T, M.Eng, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
5. Seluruh civitas akademika (dosen, asisten, dan karyawan) Universitas Muhammadiyah Malang yang telah membekali ilmu dan membantu penulis selama proses studi.
6. Sahabat dan teman-teman Elektro angkatan 2013 yang berjuang mencari ilmu di UMM.
7. Dan yang terakhir, semuanya yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah ﷻ atas segala nikmat, rahmat, taufik serta hidayahnya-Nya. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah ﷺ. Atas kehendak dan karunia Allah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

**“DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MAXIMUM POWER POINT  
TRACKING PADA PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN MODIFIED  
FIREFLY ALGORITHM”**

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas Muhamadiyah Malang. Selain itu penulis berharap tugas akhir ini dapat memperluas pustaka dan pengetahuan utamanya dalam bidang energi terbarukan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu Penulis berharap saran yang membangun, agar kedepannya menjadi lebih baik dan bermanfaat. Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan baik yang sengaja maupun yang tidak disengaja.

Malang,

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Photovoltaic</i> .....	4
2.1.1 Faktor yang mempengaruhi daya keluaran PV .....	5
2.2 <i>Maximum Power Point Tracking</i> .....	7
2.2.1 <i>Modified Firefly Algorithm</i> .....	9
2.2.2 <i>Flow Chart Modified Firefly Algorithm(MFA)</i> .....	11
2.3 <i>Zeta Converter</i> .....	12

2.4 Power Simulator .....	13
<b>BAB III ANALISA DAN DESAIN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Perancangan Sistem.....	14
3.2 Pemodelan dan Simulasi <i>Photovoltaic</i> .....	15
3.3 Pemodelan dan Simulasi <i>ZETA Converter</i> .....	16
3.4 Pemodelan dan Simulasi Algoritma MFA.....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>20</b>
4.1 Pengujian Karakteristik Pada <i>Photovoltaic</i> .....	20
4.2 Pengujian <i>Zeta Converter</i> .....	23
4.3 Pengujian MPPT Menggunakan MFA .....	24
4.4 Pengujian MPPT MFA Pada Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	33
4.5 Perbandingan MPPT MFA dengan Peturb and Observe (P&O) Pada Kondisi STC .....	44
4.6 Perbandingan MPPT MFA dengan Peturb and Observe (P&O) Pada Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	46
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Perubahan Energi Cahaya Menjadi Energi Listrik...	4
Gambar 2.2	Kurva P-V Pada Suhu Kontan Dan Iradiasi Yang Berubah-ubah.....	5
Gambar 2.3	Kurva I-V Dipengaruhi Oleh <i>Irradiance</i> .....	6
Gambar 2.4	Kurva P-V Dipengaruhi Oleh Perubahan Suhu .....	7
Gambar 2.5	<i>Flow Chart Modified Firefly Algorithm</i> .....	11
Gambar 2.6	Rangkaian <i>Zeta Converter</i> .....	12
Gambar 2.7	Proses Simulasi PSIM.....	13
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem.....	14
Gambar 3.2	a. Rangkaian Ekuivalen Model Fisik Satu Sel Surya, b. Modul PV .....	15
Gambar 3.3	Rangkaian <i>Zeta Converter</i> .....	17
Gambar 3.4	Simulasi Rangkaian <i>Zeta Converter</i> .....	18
Gambar 3.5	Rangkaian MPPT MFA Dengan <i>Zeta Converter</i> .....	19
Gambar 3.6	Rangkaian MPPT MFA Dengan <i>Zeta Converter</i> Untuk Pengujian Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	19
Gambar 4.1	Kurva Perbandingan Arus-tegangan(I-V).....	21
Gambar 4.2	Kurva Perbandingan Daya-tegangan(P-V) .....	21
Gambar 4.3	<i>Sample Input Dan Output</i> Pada Pengujian <i>Zeta Converter</i> .	24
Gambar 4.4	Tegangan Referensi( $V_{ref}$ ) Pada MPPT MFA .....	25
Gambar 4.5	Daya Hasil Pelacakan MPPT MFA Pada Suhu Dan <i>Irradiance</i> Konstan .....	25
Gambar 4.6	Daya Keluaran <i>Zeta Converter</i> Pada Suhu Dan <i>Irradiance</i> Konstan .....	26
Gambar 4.7	Daya Hasil Pelacakan MPPT MFA Dengan Nilai <i>Irradiance</i> Berubah-ubah.....	27
Gambar 4.8	Daya Keluaran <i>Zeta Converter</i> Dengan Nilai <i>Irradiance</i> Berubah-ubah.....	27
Gambar 4.9	<i>Input Dan Output</i> P-V-I MPPT MFA Pada Suhu Tetap Dan <i>Irradiance</i> Berubah-ubah.....	28

Gambar 4.10	Daya Hasil Pelacakan MPPT MFA Dengan Nilai Suhu Berubah-ubah.....	30
Gambar 4.11	Daya Keluaran Zeta Converter Dengan Nilai Suhu Berubah-ubah.....	30
Gambar 4.12	<i>Input Dan Output P-V-I MPPT MFA Pada Suhu Berubah-ubah Dan Irradiance Tetap</i> .....	32
Gambar 4.13	Bentuk Kurva P-V Dalam Kondisi STC.....	33
Gambar 4.14	Bentuk Kurva I-V Dalam Kondisi STC.....	34
Gambar 4.15	Bentuk Kurva P-V Dalam Kondisi <i>Partial Shading</i> Dengan Daya Maksimum Berada Di Sebelah Kanan .....	34
Gambar 4.16	Bentuk Kurva I-V Dalam Kondisi <i>Partial Shading</i> Dengan Daya Maksimum Berada Di Sebelah Kanan .....	34
Gambar 4.17	Bentuk Kurva P-V Dalam Kondisi <i>Partial Shading</i> Dengan Daya Maksimum Berada Di Sebelah Kiri .....	35
Gambar 4.18	Bentuk Kurva I-V Dalam Kondisi <i>Partial Shading</i> Dengan Daya Maksimum Berada Di Sebelah Kanan .....	35
Gambar 4.19	<i>Output PV 200 WP ketika dalam kondisi STC</i> .....	36
Gambar 4.20	<i>Output Zeta converter ketika PV dalam kondisi STC</i> .....	37
Gambar 4.21	<i>Input Dan Output P-V-I PV 200 WP Ketika Dalam Kondisi STC</i> .....	37
Gambar 4.22	<i>Output PV Ketika Dalam Kondisi Partial Shading</i> .....	38
Gambar 4.23	<i>Output Zeta Converter Ketika Dalam Kondisi Partial Shading</i> .....	39
Gambar 4.24	<i>Input Dan Output P-V-I Ketika Dalam Kondisi Partial Shading</i> .....	39
Gambar 4.25	<i>Output PV Ketika Dalam Kondisi Partial Shading Dengan Daya Maksimum Disebelah Kanan Kurva P-V</i> .....	40
Gambar 4.26	<i>Output Zeta Converter Ketika Dalam Kondisi Partial Shading Dengan Daya Maksimum Disebelah Kanan Kurva P-V</i> .....	40
Gambar 4.27	<i>Input Dan Output P-V-I Ketika Dalam Kondisi Partial Shading Dengan Daya Maksimum Disebelah Kanan Kurva P-V</i> .....	41
Gambar 4.28	<i>Output PV Ketika Dalam Kondisi Partial Shading Dengan Daya Maksimum Disebelah Kiri Kurva P-V</i> .....	42

Gambar 4.29	<i>Output P-V-I Zeta Converter Ketika Dalam Kondisi Partial Shading Dengan Daya Maksimum Disebelah Kiri Kurva P-V.....</i>	42
Gambar 4.30	<i>Input Dan Output P-V-I Ketika Dalam Kondisi Partial Shading Dengan Daya Maksimum Disebelah Kiri Kurva P-V.....</i>	43
Gambar 4.31	a. Daya, Tegangan dan Arus Keluaran Zeta Converter Menggunakan MFA, b. Daya, Tegangan dan Arus Keluaran Zeta Converter Menggunakan P&O .....	44
Gambar 4.32	a. <i>Ripple</i> pada keluaran Zeta Converter Menggunakan MFA, b. <i>Ripple</i> pada keluaran Zeta Converter Menggunakan P&O .....	45
Gambar 4.33	a. Daya, Tegangan, Arus <i>Input dan Output</i> Zeta Converter dengan MFA ketika MPP 109,91 Watt, b. Daya, Tegangan, Arus <i>Input dan Output</i> Zeta Converter dengan MFA ketika MPP 155,74 Watt.....	46
Gambar 4.34	a. Daya, Tegangan, Arus <i>Input dan Output</i> Zeta Converter dengan P&O ketika MPP 109,91 Watt, b. Daya, Tegangan, Arus <i>Input dan Output</i> Zeta Converter dengan P&O ketika MPP 155,74 Watt.....	47
Gambar 4.34	a. Daya, Tegangan, Arus <i>Input dan Output</i> Zeta Converter dengan MFA ketika MPP 101,42 Watt, b. Daya, Tegangan, Arus <i>Input dan Output</i> Zeta Converter dengan P&O ketika MPP 101,42 Watt.....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Parameter Modul PV Tipe <i>Monocrystalline</i> Model XHGD-50W.....	16
Tabel 4.1	Perbandingan Parameter Modul PV .....	20
Tabel 4.2	Karakteristik PV Pada <i>Irradiance</i> Berubah-ubah Dan Suhu Tetap .....	22
Tabel 4.3	Karakteristik PV Pada <i>Irradiance</i> Tetap Dan Suhu Berubah-ubah.....	22
Tabel 4.4	Hasil Simulasi <i>Zeta Converter</i> .....	23
Tabel 4.5	Daya Input Dan Output Hasil Pengujian Pada Suhu Tetap Dan <i>Irradiance</i> Berubah-ubah .....	28
Tabel 4.6	Data P-V-I MPPT MFA Pada <i>Irradiance</i> Berubah-ubah Dan Suhu Tetap .....	29
Tabel 4.7	Daya Input Dan Output Hasil Pengujian Pada Suhu Berubah-ubah Dan <i>Irradiance</i> Tetap.....	31
Tabel 4.8	Input Dan Output P-V-I MPPT MFA Pada Suhu Tetap, <i>Irradiance</i> Berubah-ubah.....	32
Tabel 4.9	Data Pengujian Model PV Dalam Kondisi <i>Partial Shading</i> Tanpa Beban .....	36
Tabel 4.10	<i>Input Dan Output</i> P-V-I PV 200 WP Dalam Kondisi STC .	37
Tabel 4.11	<i>Input Dan Output</i> P-V-I PV 200 WP Dalam Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	39
Tabel 4.12	<i>Input Dan Output</i> P-V-I PV Ketika Titik MPP Disebelah Kanan .....	41
Tabel 4.13	<i>Input Dan Output</i> P-V-I PV Ketika Titik MPP Disebelah Kiri .....	43
Tabel 4.14	Perbandingan keluaran hasil simulasi MFA dan P&O .....	44
Tabel 4.15	Perbandingan daya, tegangan dan arus <i>input dan output zeta converter</i> menggunakan MFA dan P&O dengan MPP disebelah kanan.....	47

Tabel 4.16	Perbandingan daya, tegangan dan arus <i>input dan output</i> zeta converter menggunakan MFA dan P&O dengan MPP disebelah kiri.....	49
------------	--	----



## DAFTAR SINGKATAN



A	: Ampere
ACS	: <i>Ant Colony System</i>
ANN	: <i>Artificial Neural Network</i>
C	: Celcius
FA	: <i>Firefly Algorithm</i>
GA	: <i>Genetic Algorithm</i>
GMPP	: <i>Global Maximum Power Point</i>
LMP	: <i>Local Maximum Power</i>
MFA	: <i>Modified Firefly Algorithm</i>
MPP	: <i>Maximum Power Point</i>
MPPT	: <i>Maximum Power Point Tracking</i>
PSIM	: <i>Power Simulator</i>
PSO	: <i>Particel Swarm Optimizer</i>
PV	: <i>Photovoltaic</i>
STC	: <i>Standard Test Condition</i>
V	: Volt
W	: Watt



## DAFTAR PUSTAKA

- A Kumar, Priyanka Chaudhary, M. Rizwan, 2015. “*Development of Fuzzy Logic based MPPT Controller for PV System at Varying Meteorological Parameters*”. IEEE.
- Bayu Prima Putra, Aulia Siti Aisjah, Syamsul Arifin, 2013.”*Rancang Bangun Maximump Power Point Tracking Pada Panel Photovoltaic Berbasis Logika Fuzzy di Buoy Weather Station*”, Jurnal Teknik POMITS. Vol.2, No.2.
- Deopare H, Amruta Deshpande, 2015. “*Modeling and Simulation of Incremental Conductance Maximum Power Point Tracking*”. IEEE International Conference on Energy Systems and Applications.
- Faizan Hameed, Khalid Iqbal, 2016. “*ZETA Converter Based Charge Controller for Efficient Use of Solar Energy in Street Lighting System*”. International Journal of Advanced Research in Electrical Electronics and Instrumentation Engineering. Vol.5, Issue 6.
- K. Sundareswaran, S. Peddapati, S. Palani, Juni. 2014. “*MPPT of PV Systems Under Partial Shaded Conditions Through a Colony of Flashing Fireflies*”, IEEE Trans. energy convers. Vol. 29. No. 2.
- Made Sucipta, Faizal Ahmad, Ketud Astawa, 2015, “*Analisis Peforma Modul Solar Cell dengan Penambahan Reflector Cermin Datar*”, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV(SNTTM XIV).
- M. Seyedmahmoudian, B. Horan, T. Kok Soon, R. Rahmani, A. Muang T. O, S. Mekhilef, A. Stojcevski, 2016.” *State of the art artificial intelligence based MPPT techniques for mitigating partial shading effects on PV systems – A review*”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 64.
- Sameer Khader, Alan Hadad, Akram A. Abu-aisheh, 2011. “*The Application of PSIM and MATLAB/SIMULINK in Power Electronics Courses*”. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).
- Soedibyo, M. Ashari, dan B. Amri, 2015. “*The Comparative Study of Buck-Boost, Cuk, SEPIC dan Zeta Converters for Maximum Power Point Tracking Photovoltaic Using P&O Method*”, IEEE Int. Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering.
- Sreejith S, Smitha K.S, 2015. “*A Hight Efficiency Resonant DC-DC Power Converter- Analysis and Comparison of P&O and INC Algorithm*”. IEEE International Conference on Control, Communication & Computing India.

- Syechu D. N, Wahjono Endro, Sunarno Epyk, O.A Dimas, Prasetyono Eka, Tjahjono Anang, 2016. "*Maximum Power Point Tracking of Photovoltaic Module for Battery Charging Based on Modified Firefly Algorithm*", IEEE International Electronics Symposium. Pages 238-243.
- Tefera T. Yetayew, T.R. Jyothsna, G. Kusuma, 2016. " *Evaluation of Incremental Conductance and Firefly Algorithm for PV MPPT Applicaion under Partial Shade Condition*". IEEE International Conference on Power System.
- Thesome D.S, C.H. Lee, Y.W. Lin, K.L. Lian, 2016. "*A Modified Firefly Algorithm for Photovoltaic Maximum Power Point Tracking Control Under Partial Shading*", IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics. Vol. PP, Issue 99.
- Tuffaha T.H, M. Babar, Y. Khan, N.H Malik, 2014. "*Comparative Study of Different Hill Climbing MPPT Through Simulation and Experimental Test Bed*". Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology.
- Zainal Salam, Jubaer Ahmed, Benny S. Merugu, 2013." *The Application Of Soft Computing Methods for MPPT of PV System: A Technological and Status Review*", Applied Energy 107.